

# 新たな環境エネルギー政策の展望と課題

山地憲治

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長

革新的環境技術シンポジウム2013

～新たな環境エネルギー政策を踏まえた低炭素社会の構築～

2013年12月4日

@伊東謝恩ホール、東京大学

# 3.11以降の環境エネルギー政策の動向

総合資源エネルギー調査会

原子力委員会

中央環境審議会

再生可能エネルギー特措法  
(2011年8月)

エネルギー・環境会議発足(2011年6月)

調達価格算定委員会

基本問題委員会

新大綱策定会議再開  
原子力技術小委

2013年以降の対策・施  
策に関する小委員会

電力システム改革専門委

コスト等検証委員会

省エネルギー部会中間とりまとめ

2030年の選択肢に関する国民的議論(12年7-8月)

固定価格買取開始

革新的エネルギー・環境戦略(12年9月)

学術会議のHLWに関する回答

民主→自民・公明へ政権交代(2012年12月)

原子力委の見直しに関する有識者会議

買取価格改定

総合部会

産構審・中環審合同会合

省エネ法改正(13年5月)

原子力部会廃棄物小委

原子力委の在り方見直し有識  
者会議

電気事業法改正(13年11月)

基本政策分科会

学術会議フォローアップ委

環境エネルギー技術革新計画改訂

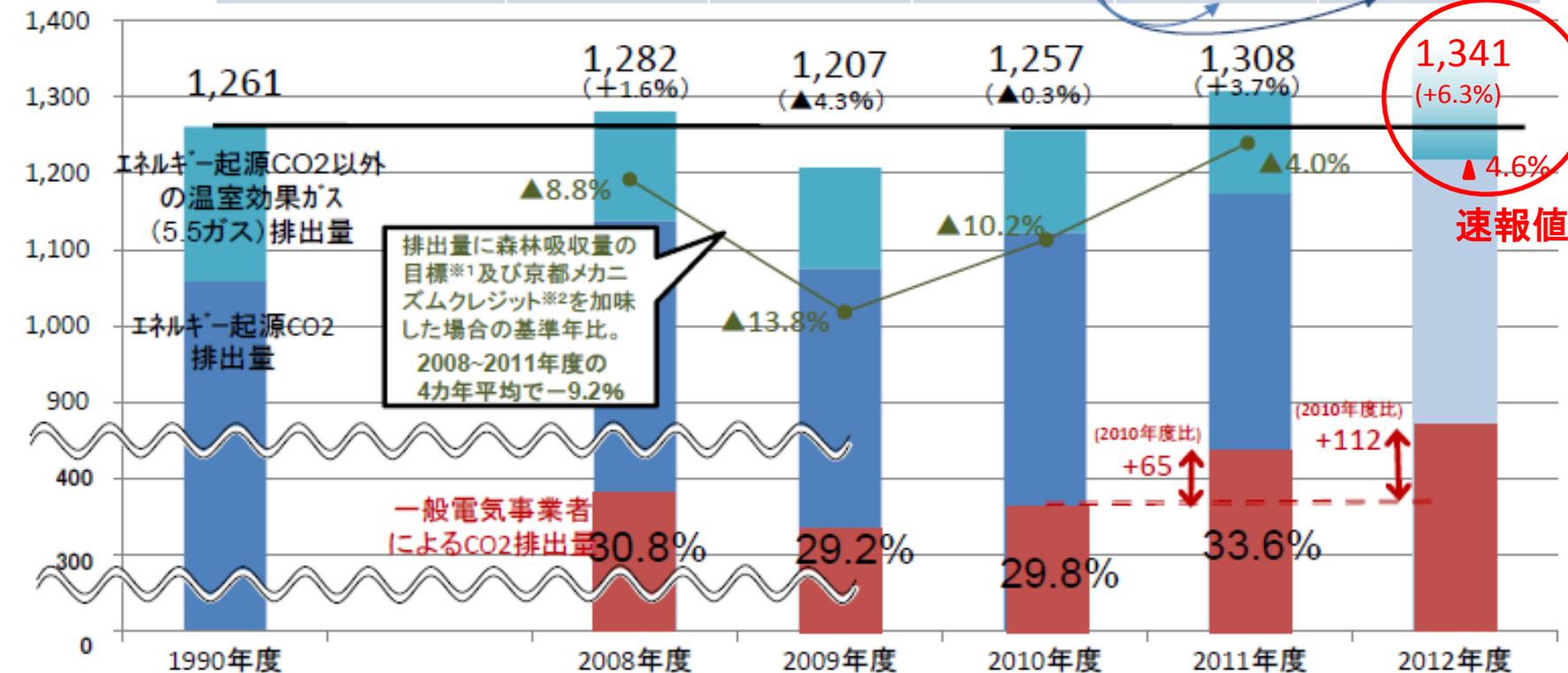
エネルギー基本計画改定  
(2013年12月末予定)

2020年温暖化対策改定  
(2005年度比3.8%減)

# 震災前後における温室効果ガス排出量の動向

○震災以降の排出量は増加しており、2011年度の排出量は前年度比+0.51億トン。  
 ○電力分※以外では排出量が若干削減しているものの、電力分は原発代替のための火力発電の焼き増しにより、前年度比+0.65億トンの増加。

|                       | 2008年度 | 2009年度 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度    |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| ※「電力分」は、一般電気事業者による排出量 |        |        |        |        |           |
| エネルギー起源CO2排出量         | 1,138  | 1,075  | 1,123  | 1,173  | 1,207(推計) |
| うち電力分※                | 395    | 353    | 374    | 439    | 486       |
| うち電力分以外               | 743    | 722    | 749    | 734    | 720(推計)   |



(※) ( )内は1990年比

・12年度のエネルギーCO2は総合エネルギー統計の12年度(速報)より  
 ・参考2011年の5.5ガス排出量は1.35億トン

※1 森林吸収量の目標 京都議定書目標達成計画に掲げる基準年総排出量比約3.8%(4,767万トン/年)

※2 京都メカニズムクレジット

政府取得 平成24年度までの京都メカニズムクレジット取得事業によるクレジットの総契約量(9,752.8万トン)を5か年で割った国民間取得 電気事業者連合会のクレジット量(「電気事業者における環境行動計画(2009年度版~2012年度版)」より)

# 温暖化に関連するエネルギー政策の全体像

- 総合エネ調におけるこれまでの議論や日本再興戦略などの閣議決定を踏まえ、地球温暖化対策に最大限貢献するエネルギー政策における取組は以下の通り。

## 需要

### 民生(業務・家庭)

- ・ 住宅・建築物の省エネ基準の段階的適合義務化(2020年までに新築義務化)
- ・ トップランナー制度の適用拡充(建築材料・LED電球の追加)
- ・ 燃料電池技術開発・低コスト化(2030年に530万台を市場導入)
- ・ スマートコミュニティの拡大、エネルギーマネジメント産業の確立

### 産業

- ・ 次世代デバイス・部素材研究開発・事業化(パワーエレクトロニクス等)
- ・ 低炭素社会実行計画の推進

### 運輸

- ・ 次世代自動車の普及・性能向上支援(2030年までに新車販売の5~7割)

## 供給

### 再生可能エネルギー

- ・ 固定価格買取制度の着実かつ安定的な運用
- ・ 送電網整備・実証や連系設備増強、蓄電池の導入等による電力系統強化、安定化
- ・ 環境アセスメントの迅速化や保安規制の合理化を始めとした規制・制度改革
- ・ 地元共生のための取組や開発段階に応じた支援、技術開発等による地熱開発の推進
- ・ 浮体式洋上風力・着床式洋上風力の実証や環境整備等を通じた本格事業化
- ・ 太陽光発電の量産効果や次世代モジュールの技術開発支援等によるコスト低減 等

### 火力発電

- ・ 石炭火力等の火力発電に係る環境アセスメントの明確化・迅速化
- ・ 世界最高水準の効率を有する火力発電の技術開発支援・世界への積極展開支援
- ・ コージェネレーションの導入による分散型エネルギーの推進

### 原子力発電

- ・ 安全性が確認された原子力発電の活用

# わが国における再生可能エネルギー発電の状況

再生可能エネルギー  
1.6%

水力  
8.4%

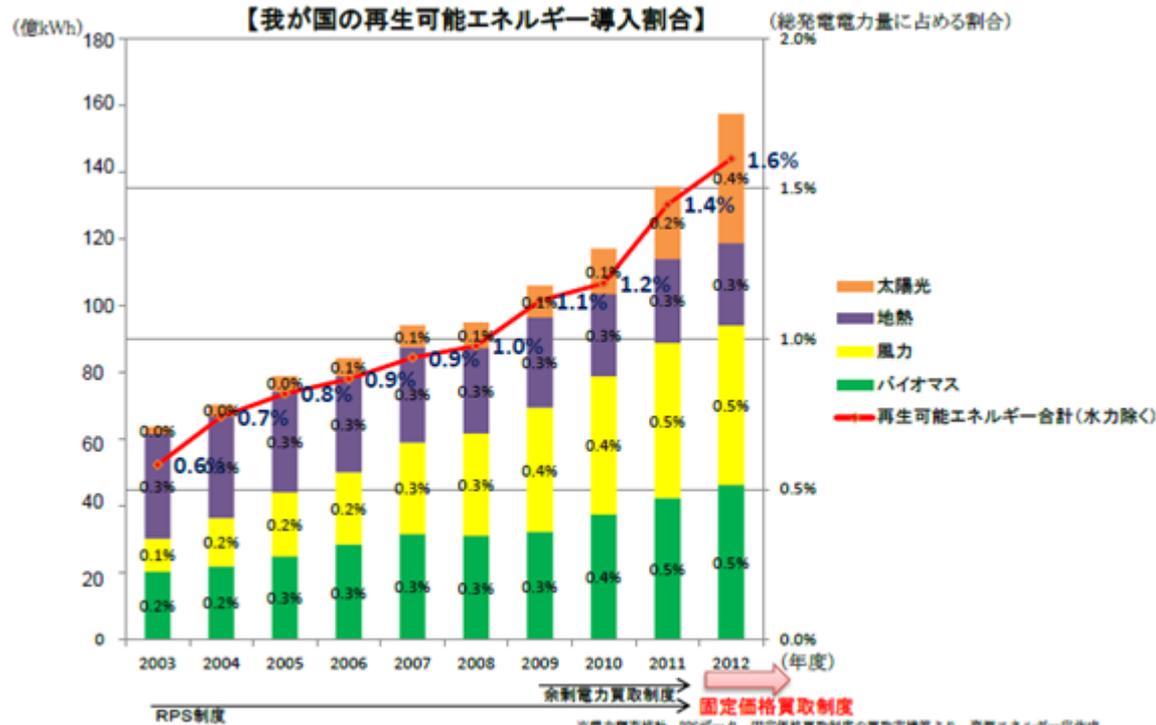
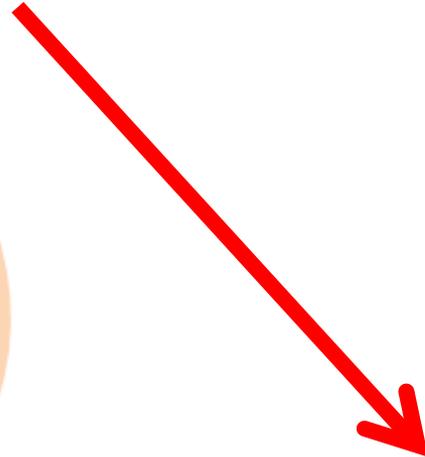
原子力  
1.7%

石油  
18.3%

天然ガス  
42.5%

石炭  
27.6%

2012年度のわが国の電源構成



※電力調査統計、RPSデータ、固定価格買取制度の買取実績等より、資源エネルギー庁作成

# 固定価格買取制度(FIT)による再生可能エネルギー発電の導入促進

＜平成25年6月末時点における再生可能エネルギー発電設備の導入状況＞

| 設備導入量（運転を開始したもの）   |                      |                    |                    | 設備認定容量                     |
|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
|                    | 固定価格買取制度導入前          | 固定価格買取制度導入後        |                    | 固定価格買取制度導入後                |
|                    | 平成24年6月末までの<br>累積導入量 | 平成24年度<br>(7月～3月末) | 平成25年度<br>(4月～6月末) | 平成24年7月～<br>平成25年6月末       |
| 太陽光（住宅）            | 約470万kW              | 96.9万kW            | 41.0万kW            | 163.3万kW<br>(前月比+9.1万kW)   |
| 太陽光（非住宅）           | 約90万kW               | 70.4万kW            | 129.2万kW           | 1975.5万kW<br>(前月比+38.5万kW) |
| 風力                 | 約260万kW              | 6.3万kW             | 0.3万kW             | 80.5万kW<br>(前月比+0.9万kW)    |
| 中小水力<br>(1000kW以上) | 約940万kW              | 0万kW               | 0万kW               | 6.5万kW<br>(前月比+0万kW)       |
| 中小水力<br>(1000kW未満) | 約20万kW               | 0.2万kW             | 0万kW               | 1.4万kW<br>(前月比+0万kW)       |
| バイオマス              | 約230万kW              | 3.0万kW※            | 6.7万kW             | 63.9万kW<br>(前月比+5.8万kW)    |
| 地熱                 | 約50万kW               | 0.1万kW             | 0万kW               | 0.4万kW<br>(前月比+0万kW)       |
| 合計                 | 約2,060万kW            | 176.9万kW           | 177.1万kW           | 2291.4万kW                  |

※ 平成24年度に運転開始した設備容量には、上記の他、35万kWの石炭混焼発電設備を認定していますが、発電出力のすべてをバイオマス発電設備としてカウントすることは妥当でないと考え、便宜上、設備容量に含めていません。

(2013年10月4日資源エネルギー庁発表)

# 現時点での2020年度のGHG削減目標(2005年度比3.8%削減)の内訳

表1 エネルギー起源二酸化炭素の各部門の排出量の目安

|                        | 基準年<br>(2005年度)     | 2012年度<br>(速報値)     | 2020年度の各部門の排出量の目安        |                    |
|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
|                        | A                   | -                   | B                        | (B-A)/A            |
|                        | 百万t-CO <sub>2</sub> | 百万t-CO <sub>2</sub> | 百万t-CO <sub>2</sub> (注1) | (部門ごとの基準<br>年比増減率) |
| エネルギー起源CO <sub>2</sub> | 1,203               | 1,207               | 1,208                    | +0.4%              |
| 産業部門                   | 459                 | 431                 | 484                      | +5.4%              |
| 業務その他部門                | 236                 | 259                 | 263                      | +11.4%             |
| 家庭部門                   | 174                 | 203                 | 176                      | +1.1%              |
| 運輸部門                   | 254                 | 227                 | 190                      | -25.2%             |
| エネルギー転換<br>部門 (注2)     | 79                  | 86                  | 95                       | +20.3%             |

(注1) 2020年度における原子力発電所の稼働状況が現時点で見通しが立てられず、2020年度における電力の排出係数を設定できないため、直近の実績である2012年度の排出原単位を用いて試算したものである。

(注2) 2020年度については電源構成が設定できず発電所の自家消費等が分からないため、エネルギー消費量を2005年度と同等として試算している。

# ACE(エース):「Actions for Cool Earth(美しい星への行動)」

## 攻めの地球温暖化外交戦略

概要

### 理念

- 気候システムの温暖化については、疑う余地がない。(IPCC 第5次評価報告書)
- クールアース50から6年。日本は、「美しい星」実現のため、東日本大震災及び原発事故を乗り越えつつ**技術革新及び普及**の先頭に立ち、**国際的なパートナーシップ**を強化し、**国際社会をリード**する。
- 「**2050年世界半減、先進国80%削減**」の目標実現に向け、**今こそ具体的なアクションが必要**。日本は「エース」として、その努力の先頭に立つ。

**イノベーション**:革新的な技術開発は、この目標実現に不可欠。日本は技術のブレークスルーの先頭に立つ。

### 技術の創造(革新的な技術開発の促進)

- ✓ 2020年度までの国地方の基礎的財政収支黒字化を前提としつつ、官民併せ5年で1100億ドルの投資を目指す。
- ✓ 改訂された環境エネルギー技術革新計画を着実に実行し、これらの技術が世界中で開発・普及されることにより、2050年世界半減に必要な量の約8割の削減が可能。  
(CCS(CO2回収・貯留技術)、革新的構造材料、人工光合成、途上国ニーズに応える技術開発)
- ✓ イノベーション加速のため世界の産学官トップによる、いわば「エネルギー・環境技術版ダボス会議」を毎年開催。

**アプリケーション**:日本の誇る低炭素技術を展開し、温暖化対策と経済成長を同時実現。

### 技術の普及 → 直ちに確実な排出削減を実現

- ✓ 3年間で二国間オフセット・クレジット制度(JCM)の署名国倍増を目指し、協議を加速するとともに、JBICやNEXIと連携したJCM特別金融スキーム(JSF)の創設、JICA等の支援プロジェクトと連携しつつ排出削減を行うプロジェクトを支援するための基金の設置等によりプロジェクト形成を支援する。
- ✓ 技術の国際普及に向けた基盤づくり(例:LEDや遮熱窓等のエネルギー効率性の評価手法を戦略的に国際標準化)

### 世界最先端の温室効果ガス観測の新衛星の2017年度打ち上げを目指す。

- ✓ アジアを中心に国別・大都市別の排出量を測定し、削減対策案を提案。対策効果の検証・評価を行う。

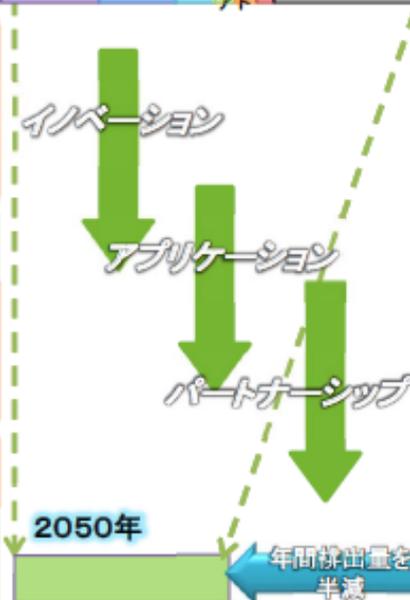
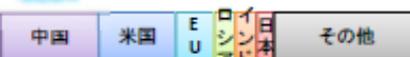
**パートナーシップ**:脆弱国を支援し、日本と途上国のWin-Win関係を構築、技術展開と技術革新の基礎を作る。さらに、気候変動における国際議論に積極的に関与する。

### 官民合わせた途上国支援で2013年からの3年間に計1兆6000億円

(約160億ドル。公的資金は約130億ドルで、先進国に期待される3年計約350億ドルの1/3を日本が担う)

- ✓ 脆弱国への防災支援の重点化(災害復旧スタンドバイ借款、優先条件等、円借款の新制度も活用)。
- ✓ 公的金融手段を活用し、気候変動分野への民間資金の大幅な増大を促す。
- 国際枠組みの構築に向けた議論を日本がリード

### 現状



美しい星(Cool Earth)の実現に技術で貢献

# 環境エネルギー技術革新計画(改訂版)の概要(9月13日総合科学技術会議決定)

- 本年1月に安倍総理より、「技術で世界に貢献していく、攻めの地球温暖化外交戦略を組み立てること。」との指示があった。
- 我が国は、2050年に世界の温室効果ガス排出量半減(先進国は8割)の目標を達成するとともに、途上国で経済成長の制約となっている環境・エネルギー問題の克服に貢献するため、革新的技術の着実な開発と普及により、世界の温暖化問題やエネルギー需給の逼迫等の課題の解決に貢献する。
- 本計画の改訂は、革新的技術の着実な開発と普及の具体化を図るため、①短中期・中長期に開発を進めるべき革新的技術の特定、②技術開発を推進するための施策の強化、③革新的技術の国際展開・普及に必要な方策についてまとめた。

## ①革新的技術の特定

「革新的技術」として37の技術を特定。こうした技術を相手国ニーズに即した技術開発や製品の最適化、複数技術の組み合わせによる海外展開を行うことが重要。

### 短中期(2030年頃まで)に開発する技術

#### ○生産・供給分野

・高効率石炭火力、高効率天然ガス発電、風力発電、太陽エネルギー、地熱発電、海洋エネルギー、原子力 等

#### ○消費・需要分野

・次世代自動車、革新的構造材料、革新的デバイス、エネルギーマネジメント、省エネ住宅・ビル 等

#### ○流通・需給統合分野

・燃料電池、高性能電力貯蔵、蓄熱・断熱等技術 等

### 中長期(2030年頃以降)の実用化を目指す技術

・二酸化炭素回収・貯留(CCS)、人工光合成  
バイオマス利活用、水素製造・輸送・貯蔵 等

## ②技術開発推進の施策強化

### 研究開発投資促進・革新技術のシーズ発掘

研究開発税制の活用促進等による民間の投資環境整備等を行う。また、ハイリスクだが効果の大きい技術開発を政府主導で実施。

## ③国際展開・普及に必要な方策

### 二国間オフセット・クレジット制度の推進

関係省庁とJICA、JBIC等が連携し、プロジェクトを促進。  
※JICA:国際協力機構、JBIC:国際協力銀行

### 国際標準化の活用促進

新興国の省エネ対策や再生可能エネルギー導入に関する制度構築と人材育成等の実施体制整備を支援。

### 公的資金の戦略的活用

高効率火力発電、原子力発電や低炭素都市づくり等の海外移転に公的資金を活用し促進。

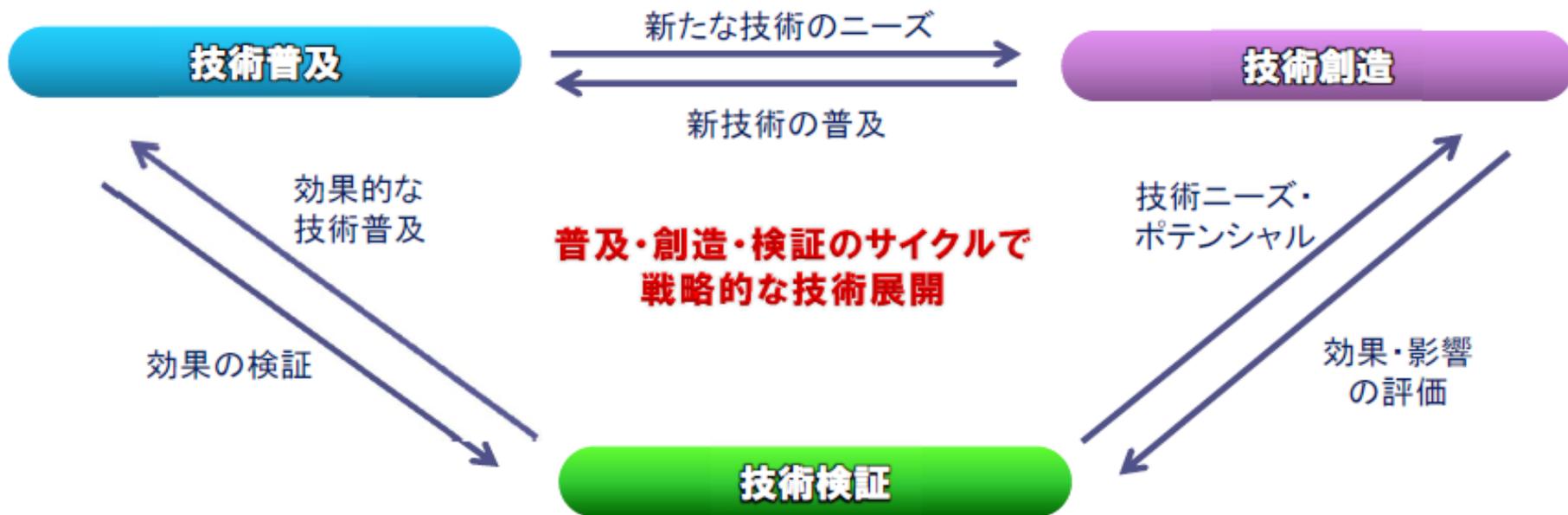
# CO2テクノロジーアセスメントの推進

環境技術分野では、異分野の技術が融合しており、これらの動向を研究機関や企業が俯瞰することは困難。

※例えば、超伝導送電技術の場合、CO2削減効果、環境影響、実現性、費用、国民の受容性等様々な観点からの評価が必要。

**国が、低炭素技術の効果検証及びテクノロジー・アセスメント(技術の効用や環境影響の評価)を行い、技術ニーズを適切に把握し、情報を研究機関や企業に提供**

➤ **次世代の技術の創造・普及**につなげ、温室効果ガスの更なる排出削減と新たな**経済成長**の発展を促進



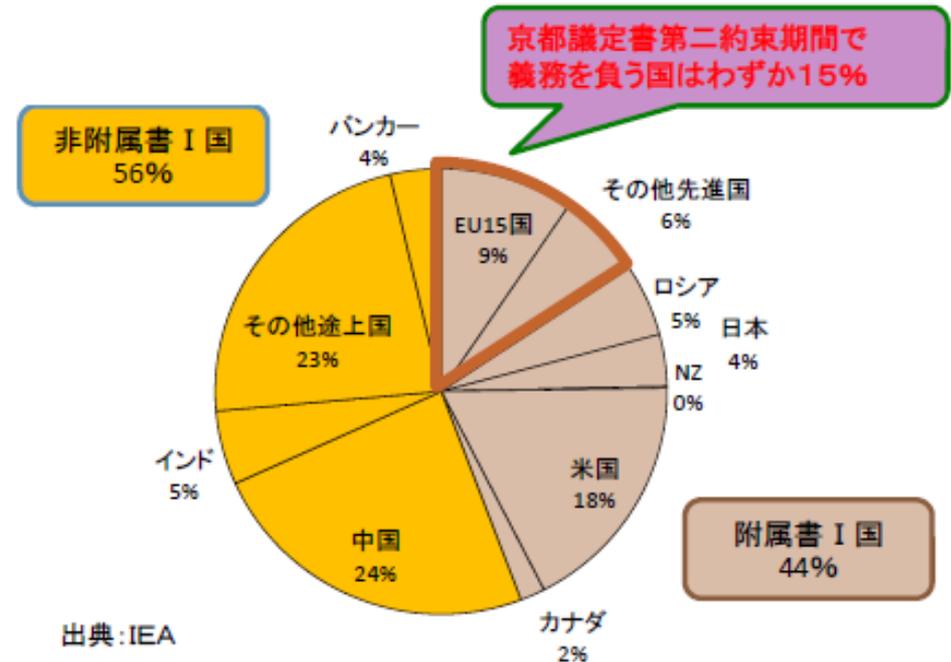
## 2020年以降の将来枠組み構築

- ◆ 2020年から発効する「**全ての国に適用される法的枠組み**」を2015年までに採択すべく、国際交渉を開始。
- ◆ 日本として、**すべての国が参加する公平かつ実効性のある将来枠組みの構築に向け具体的な提案を発信し交渉をリードしていくことが必要。**

### 交渉スケジュール

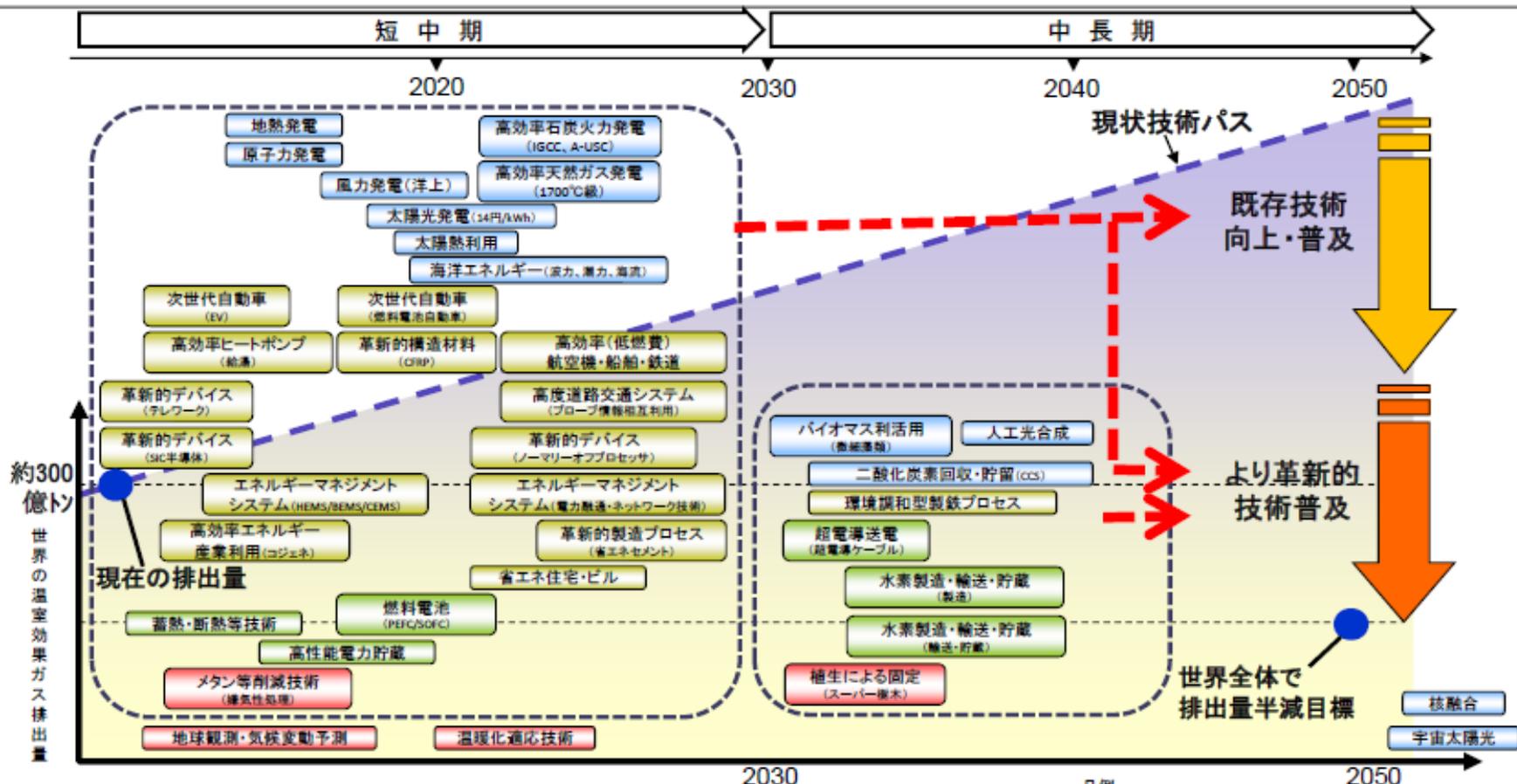
|       |   |
|-------|---|
| 2013年 | ・ダーバンプラットフォーム特別作業部会(ADP)にて議論                          |
| 2014年 | ・9月に国連事務総長主催首脳レベル会合開催<br>・12月に開催されるCOP20で交渉テキストの要素を決定 |
| 2015年 | ・5月までに交渉テキストを提示<br>・12月に開催されるCOP21において新しい枠組の法的文書を採択   |

世界のエネルギー起源CO2排出量(2010年)と京都議定書



# 環境エネルギー技術の開発・普及による温室効果ガス削減への貢献

- 日本は、優れた環境エネルギー技術を、短中期、中長期と切れ目なく開発を進め、世界に普及することにより、2050年までに世界全体で温室効果ガスを半減する目標達成に貢献する。
- 本計画に記載された技術が世界中で開発・普及されれば、2050年世界半減に必要な量の約8割の削減が可能。
- 研究開発を着実に進めるため、2020年度までの国地方の基礎的財政収支黒字化を前提としつつ、官民併せ5年間で1100億ドルの投資を目指す。



※1 環境エネルギー技術の横軸上の位置は、各技術のロードマップを踏まえ、本格的な普及のおおよその時期を示すものである。  
 ※2 「現状技術パス」は、各種技術の効率(例えば、石炭火力発電の発電効率)が変化しない場合の世界全体のおおよその排出量を示すものである。  
 ※3 「既存技術向上・普及」及び「より革新的な技術普及」の矢印は、世界全体で排出量半減の目標を達成するためには、既存技術の向上・普及だけでなく、より革新的な技術の普及による削減が必要であることを示すものであり、それぞれの技術による削減幅を示すものではない。  
 ※4 図は環境エネルギー技術革新計画(平成25年9月13日)より抜粋

凡例

|           |         |
|-----------|---------|
| 生産・供給分野   | 消費・需要分野 |
| 流通・需要統合分野 | その他の技術  |

※1 枠の中ほどが本格的な普及のおおよその時期を示す  
 ※2 括弧の中は、各項目における技術の一例を、本文の短中期、中長期の分類に合わせて括弧で括弧したものを示す

# 環境エネルギー技術革新計画ロードマップにおいてRITEが関連する技術項目(1)

## 8. バイオマス利活用

### 技術の概要

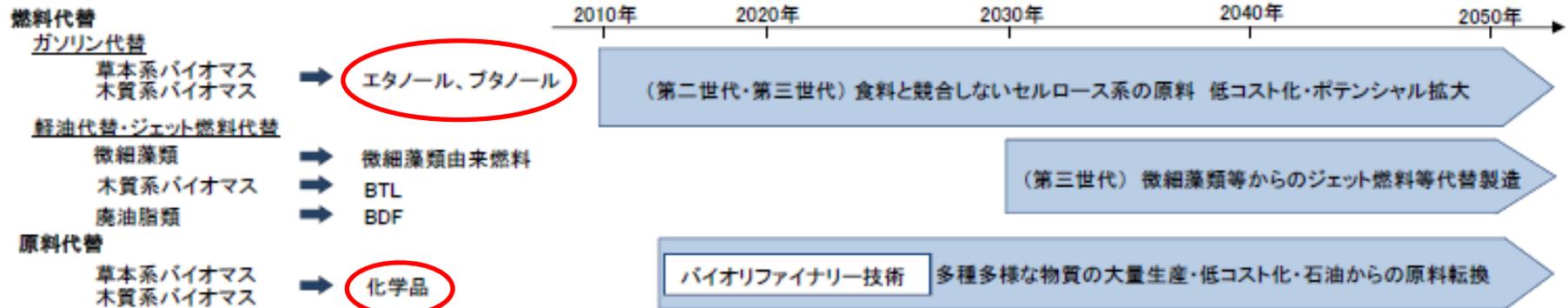
○サトウキビ等を原料とする第一世代バイオ燃料は原料調達における食料との競合等が指摘されており、非食用植物や非可食バイオマスから生産される持続可能な第二世代バイオ燃料としてセルロース系バイオエタノールやBTL (Biomass To Liquid)、第三世代バイオ燃料として微細藻類の原料利用の実用化や航空機用燃料にも利用可能な水素化バイオ軽油等の新たな変換技術に向けた取組が各国で行われている。

○IEAは、Energy Technology Perspectives 2012において、バイオマス燃料による発電・輸送技術の開発・普及により、2050年に世界全体で約33億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルを試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省や農林水産省では、第二世代セルロース系バイオエタノールを高効率・低コストで生産する技術や、ガス化、BTLの技術開発、微細藻類バイオ燃料等の次世代技術の研究開発を行うとともに、非可食性バイオマス原料から基幹化学品を、化学触媒等により直接製造する革新的なプロセスの開発等を進めている。
- 環境省では、廃棄物からのエタノール生産技術の実用化やバイオディーゼル燃料の高度化に向けた技術実証等を行っている。
- バイオエタノールは、食料競合の克服、原料コスト・燃料転換コスト低減が重要。農業残渣等の前処理・糖化技術や食糧生産不適地で栽培可能な資源作物の開発が課題。微細藻類バイオ燃料については、培養技術の確立等が課題。非可食性バイオマス原料については、製造コストの低減及び高付加価値化・高機能性付与が課題。また、バイオマス原料の収集・輸送の高効率システム化も課題。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 我が国のバイオエタノールの消費量は2011年度で35万kL(原油換算21万kL)。
- 米国では自動車用燃料としてバイオ燃料の一定量の導入を義務づける「再生可能燃料基準(RFS2)」を導入。導入比率を2022年までに段階的に引き上げることとしている。2010年のエタノール生産量は5,280万kL、バイオディーゼル生産量は370万kL。
- EUは自動車用燃料における再生可能燃料の比率を2020年までに10%に引き上げることとしており、2010年のエタノール生産量は427万kL、バイオディーゼル生産量は970万kL。同年のエタノール消費量は590万kL、バイオディーゼル消費量は1,270万kL。

#### 技術開発の動向

- 米国はエネルギー省傘下のエネルギー高等研究計画局(ARPA-E)で、エネルギー生産性向上を図る技術開発を公募・採択。エネルギー自給・安全保障法に基づくRFS2の目標達成に向け、国内バイオエネルギー産業の育成支援を目的とした研究開発を推進。
- EUでは、「欧州インテリジェントエネルギー計画」の一環として、地域でのバイオ燃料サプライチェーンの構築促進を目的とする地域実証プロジェクトを実施。
- 我が国の国際競争力**
- 我が国では食料と競合しない原料を活用したバイオ燃料の製造技術開発を行っており、実用化を目指している。

# 環境エネルギー技術革新計画ロードマップにおいてRITEが関連する技術項目(2)

## 10. 二酸化炭素回収・貯留(CCS)

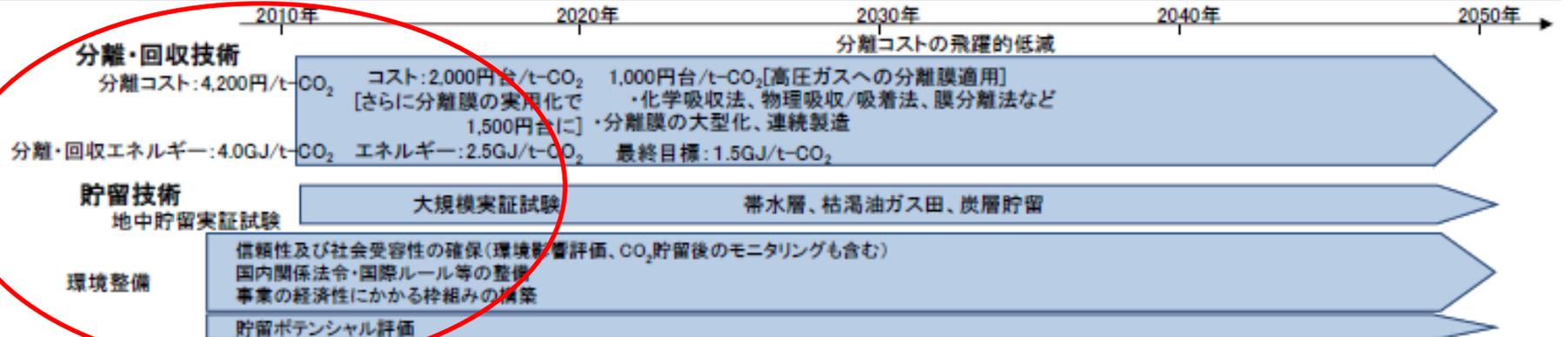
### 技術の概要

- 二酸化炭素回収・貯留(CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage)は、火力発電等の大規模排出源の排ガスからCO<sub>2</sub>を分離・回収し、それを地中または海洋に長期間にわたり貯留または隔離することにより、大気中へのCO<sub>2</sub>放出を抑制し、世界のCO<sub>2</sub>排出大幅削減に貢献する技術。
- CCSは、分離・回収、輸送、圧入及び貯留という4つの機能から構成され、技術開発の中核となるのは、分離・回収技術と貯留技術。
- 分離・回収には、化学吸収法、物理吸収法、膜分離法、物理吸着法及び深冷分離法がある。貯留には地中貯留と海洋隔離があり、地中貯留には、帯水層貯留、石油・ガス増進回収、枯渇油・ガス層貯留及び炭層固定がある。
- IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、CCS技術の開発・普及により、2050年に、世界全体で約71億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルを試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 我が国では、化学吸収液をベースにした新規固体吸収材の開発や化学吸収法のプロセスシミュレーション技術の高度化、地質実情に適した安全性評価技術の確立に関する研究開発等を行っている。
- 炭素隔離リーダーシップフォーラム(CSLF)における技術連携や、海外の大型プロジェクトへの参加等、国際連携も推進している。
- CCSの実施に係るコストは、回収、圧縮、輸送、圧入すべてに係るコストを計算すると、二酸化炭素1トンあたり3,000~7,000円。また、分離・回収エネルギーの現状は4.0GJ/t-CO<sub>2</sub>。今後、全コストの約6割を占めるCO<sub>2</sub>分離・回収技術の低コスト化、低エネルギー化が課題。また、火力発電システムとCO<sub>2</sub>分離・回収技術とのインターフェース確保や、高圧下でのCO<sub>2</sub>分離・回収に有利な膜分離材料の開発も重要。
- CCSの実用化にあたっては、貯留地点(候補地点を含む)と貯留可能量の適切な把握・評価方法や、輸送方法・ルート確立、貯留層へ注入したCO<sub>2</sub>の地中での移動挙動の検討、国際標準化や関連条約への適切な対応等が課題。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 26. 環境調和型製鉄プロセス)

### 国際動向

#### 普及の現状

- 米国内では数ヶ所で商業プロジェクトや実証事業が継続中で、向こう数年間で10ヶ所程度の大規模実証、商業化事業が実施される予定となっている。
- 欧州内ではノルウェー、英国、オランダ、スペイン等がCCSに積極的に取り組んでいるが、発電を対象とした大規模実証プロジェクトは、予想より停滞している。
- カナダや豪州、中国でも計画・実施されており、世界の大規模プロジェクトの開発状況は、計画のものも含めて計72件となっている。
- 回収されたCO<sub>2</sub>はEORに使用されているものが多い。

#### 技術開発の動向

- 米国エネルギー省の炭素貯留プログラムでは、米国再生・再投資法(ARRA)を用いて過去数年間は平均約1.5億ドルの研究開発資金を拠出している。また、エネルギー先端研究局(ARPA-E)

の公募型研究でも、関連研究分野が数件採択されている。DOEプログラムでは、CO<sub>2</sub>の炭化水素への変換、ケミカル合成等の研究が進められている。民間企業で、大気中CO<sub>2</sub>回収(ジオエンジニアリング)の研究も行われている。

- EUでは、第7次研究枠組計画(FP7)の公募型研究の一環として、地中貯留CO<sub>2</sub>の長期変動の予測及びモニタリング等に対する研究開発補助が実施されている。

#### 我が国の国際競争力

- 我が国ではCCSの中核となる低コスト・低エネルギーのCO<sub>2</sub>回収技術について、エネルギー効率の高い吸収液が開発されるなど、優れた技術を有している。
- 地中貯留に関しては、一般に日本の地層は構造的に複雑であるため、地域特性に合わせた探査技術やノウハウを蓄積している。

# 環境エネルギー技術革新計画ロードマップにおいてRITEが関連する技術項目(3)

## 26. 環境調和型製鉄プロセス

### 技術の概要

- 鉄鋼業が排出するCO<sub>2</sub>の約7割は高炉を用いた製鉄プロセスで発生していることから、抜本的な技術開発による大幅なCO<sub>2</sub>の削減が喫緊の課題。我が国の現行の製鉄プロセスは世界最高水準のエネルギー効率を誇るが、更なるエネルギー効率の向上を図るためには、既存の技術の延長線上に無い革新的技術の開発を実施。
- 具体的には、コークス製造時に発生する高温の副生ガスに50%程度含まれる水素を活用しコークスの一部代替に当該水素を用いて鉄鉱石を還元する技術の開発や、二酸化炭素濃度が高い高炉ガスから二酸化炭素を分離するための新たな吸収液の開発、物理吸着技術の開発、製鉄所内の未利用低温排熱を利用した新たな二酸化炭素分離・回収技術の開発を実施。
- なお、IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、様々な革新的な製鉄技術の開発・普及により、2050年に世界全体で約16億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルがあると試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 国内の主要製鉄メーカー全てが参加する「環境調和型製鉄プロセス技術開発(COURSE50)」では、2008年度に事業を開始し、水素還元製鉄やCO<sub>2</sub>分離回収に関する要素技術開発を行った。(フェーズ1ステップ1)
- 今後の取組としては、10m規模のミニ試験高炉を建設し、ステップ1で得られたラポレベルでの検討結果を総合的に検証し、水素還元の効果を最大限とする反応制御技術を確立させる。  
また、CO<sub>2</sub>分離回収に関して、実証化学吸収法については試験高炉との連動運転や高性能化学吸収液等の開発、物理吸着法については実機プロセスの詳細設計等を行い、フェーズ2の実証試験高炉へのスケールアップデータの取得も含めた「総合開発」を目指す。(フェーズ1ステップ2)
- COURSE50では、2030年までに製鉄所でのCO<sub>2</sub>排出量を約30%削減する技術を確立し、実用化することを目指している。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 10. 二酸化炭素回収・貯留(CCS))

### 国際動向

#### 普及の現状

- 米国では、エネルギー省が、新規フラッシュ製鉄プロセスや、炉室内への鉄鉱石の直接投入プロセスの開発、代替燃料の開発等に取り組んでいる。
- EUでは超低炭素製鋼研究プログラム(ULCOSプロジェクト)において、CO<sub>2</sub> 50%削減に向けた取り組みが行われている。

#### 技術開発の動向

- EUのHORIZON2050では、コークスフリー製鋼の改良や、炉頂ガス循環高炉の低コスト化と実証(CCS有り)、電解法の研究を実施するとしている。

- 豪州においては、バイオマス、熔融スラグからの熱回収等の技術開発が実施されている。

#### 我が国の国際競争力

- 我が国の鉄鋼業界は、世界で最も効率的な製鉄プロセスにより、エネルギー効率トップクラスを誇っている。国内の主要製鉄メーカー全てが参加している「COURSE50」を実施し、この中で開発した技術を広く国内で導入することにより、我が国鉄鋼業の強みが更に強化される。

# 環境エネルギー技術革新計画ロードマップにおいてRITEが関連する技術項目(4)

## 27. 革新的製造プロセス(その他製造プロセス)

### 技術の概要

○世界最高水準の省エネレベルを実現する我が国製造業において一層の省エネを実現するための製造プロセスや省エネ材料等の技術。具体的には、

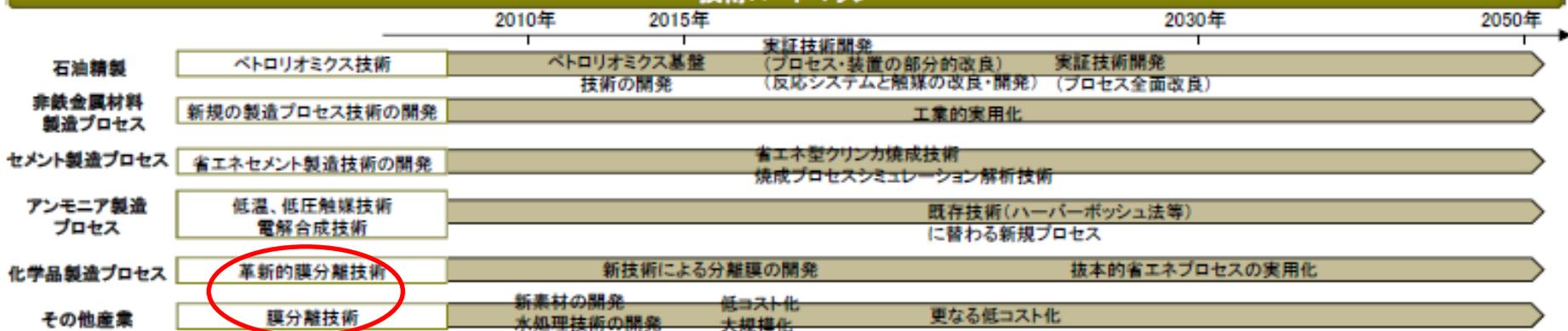
- ・省エネ型石油精製プロセス技術
- ・非鉄金属材料製造プロセスの抜本的な効率改善技術
- ・ポンプ動力を削減する低圧損分離膜
- ・省エネ型アンモニア製造(触媒法、電解法等)技術
- ・省エネ型セメント製造プロセス技術 等

○OIEAのEnergy Technology Perspectives 2012によると、革新的技術の開発・普及による世界全体の2050年時点のCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルは、化学品製造プロセスで約16億トン、セメント製造プロセスで約11億トンと試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 石油精製業においては、革新的精製プロセスの構築に向け、超多成分複雑混合系である石油の分子構造分析技術や反応経路シミュレーション技術等から成る「ペトリオミクス技術」の開発を行っている。
- 経済産業省では、「革新的セメント製造プロセス基盤技術開発」事業において、エネルギー消費の8~9割を占めるクリンカ焼成工程の焼成温度の低下または焼成時間の短縮を主とする革新的なセメント製造プロセスの基盤技術を開発中。クリンカの焼成工程における、複雑な熱化学反応をシミュレーションする技術、温度状態等を計測する技術、焼成温度低下等の効果がある物質(鉱化剤)の開発等が課題。
- NEDOでは、「革新的膜分離技術の開発」事業において、省エネルギー型のRO膜、NF膜の開発を進めており、現在事業化検討フェーズにある。
- 文部科学省では、2030年の実用化を目指し、省エネルギー型のアンモニア製造に向けた革新的触媒の開発を行っている。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- EUでは第7次研究枠組計画(FP7)の一環として、2050年までにGHG排出量の80%削減に向け、個別の技術要素の開発に対する研究補助を実施している。
- 石油化学分野では、北米において安価な天然ガスを用いた石化原料(エチレン)製造設備の増設の計画が進められている。

#### 技術開発の動向

- 米国では、エネルギー省の支援を受けて、セメント製造設備からのCO<sub>2</sub>を含む燃焼排ガスを処理する技術の開発を実施している。製紙プロセスのCO<sub>2</sub>削減のため、新素材膜を開発し、黒液を蒸発させる工程を5段階から3段階に短縮する研究、蒸気サイクルを使ったパルプ洗浄技術の開発等を実施している。
- EUでは、第7次研究枠組計画(FP7)の中で、建設廃材からのセメントとグリーン骨材生

産の最新技術や、高い強度及び経済性、環境性を有するセメントのための新たな微生物的炭酸塩技術、より持続可能な建設事業のためのグリーンコンクリート等に対する支援が行われている。ナノセルロースの活用による軽量、多機能な紙製品の実用化、黒液ガス化によるジメチルエーテル製造技術の開発も、FP7の中で推進されている。

#### 我が国の国際競争力

- 「ペトリオミクス技術」は、日本が最も実用化を視野に入れた包括的・体系的な研究開発を行っている。
- 非鉄金属材料製造技術については、現行プロセスの発明以来、世界的にも基本的な製造プロセスの革新は行われておらず、生産性を向上した新規の製造プロセス技術の開発を目指している。
- 膜分離技術は日本が世界の技術レベルで先行している分野である。

# 環境エネルギー技術革新計画ロードマップにおいてRITEが関連する技術項目(5)

## 29. 水素製造・輸送・貯蔵(水素輸送・貯蔵)

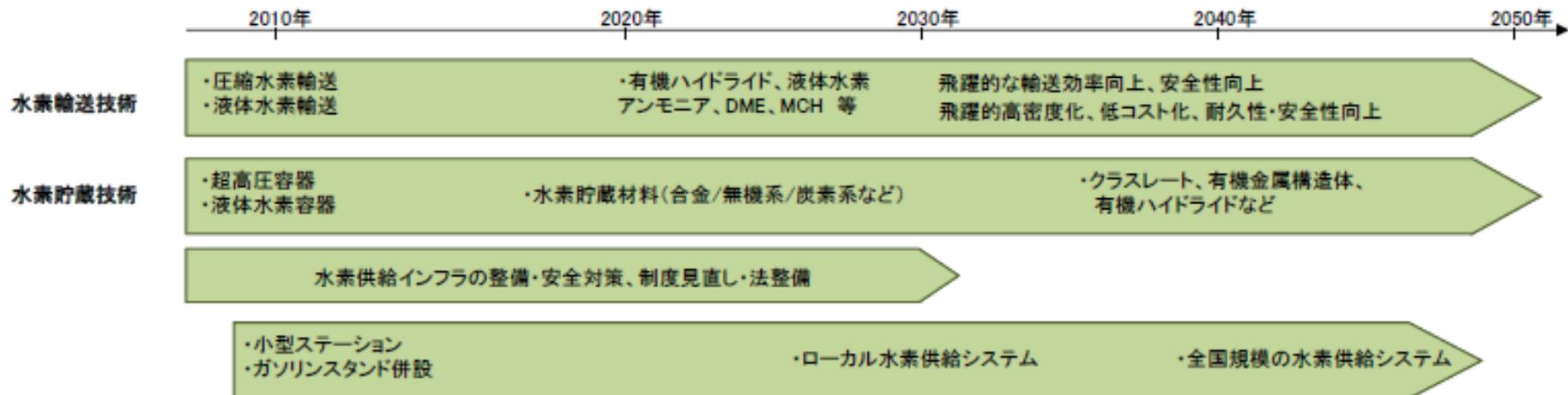
### 技術の概要

- 燃料電池自動車や定置用燃料電池に利用する水素を輸送・貯蔵するための技術。
- 水素輸送では、圧縮水素輸送、液体水素輸送、有機ハイドライド輸送、アンモニアを合成して輸送、パイプラインによる輸送等の手法がある。また、鋼製容器を用いた圧縮水素による輸送は既の実績がある。
- 再生可能エネルギーを大量に導入する際にも有用な技術として期待されている。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- NEDOでは、2015年の普及開始に向けて、実使用に近い条件でFCV・水素供給インフラに関する技術実証を行うと共に、ユーザー利便性、事業成立性、社会受容性等を検証する「地域水素供給インフラ技術・社会実証」が開始されている。
- 有機ハイドライドについては、トルエンの水素化及び脱水素の実証プラントが民間ベースで建設されている。
- 環境省では、水素吸蔵合金を用いた独立型の高効率水素精製・貯蔵システムの実用化開発を行った。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 13. 次世代自動車(燃料電池自動車)、28. 水素製造・輸送・貯蔵(水素製造)、30. 燃料電池)

### 国際動向

#### 普及の現状

- 水素供給事業者により2015年までにFCV量産車の販売台数の見通しに応じて、100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指すことが示された。

#### 技術開発の動向

- 米国において、水素輸送については、低コストパイプライン等による気体輸送や、パイプラインによる液体輸送を挙げている。水素貯蔵については、高压気体貯蔵や吸着材料・カーボン材料、水素吸蔵合金、有機ハイドライドなどの液体キャリア材料・再生方法を挙げている。
- OEIにおいて、大規模地下貯蔵サイトを用いた負荷追従可能な電源燃料としての水素

活用の実証や、価格競争力を有する固体材料による代替貯蔵手法の開発、既存の天然ガス供給網での水素5%混合の実現性の実証等を挙げている。

#### 我が国の国際競争力

- 輸送に必要な要素技術では、性能として世界レベルに到達見込み。経済的にいずれの方法が有利か、具体的な輸送区間で評価が必要。

# 環境エネルギー技術革新計画ロードマップにおいてRITEが関連する技術項目(6)

## 37. 地球観測・気候変動予測

### 技術の概要

- 地球観測：効果的・効率的な温暖化対策の実施を支援するため、温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)等の地球観測衛星、静止気象衛星に環境監視機能を追加した静止地球環境観測衛星、大気中のCO<sub>2</sub>濃度を計測するライダー技術、海洋のCO<sub>2</sub>濃度を計測するアルゴフロート等により、全球的に高精度・長期連続観測を実施し、温室効果ガス濃度の分布や気候変動に関する長期的な監視情報を提供。
- 気候変動予測：気候変動予測モデル自体の高度化とともに、要素モデルとして大気、陸域、海洋間におけるCO<sub>2</sub>の吸収・応答の相互作用を考慮したモデルや、我が国周辺の詳細な予測情報を抽出しうる精緻な地域気候モデルの開発・導入により、大気中のCO<sub>2</sub>濃度の安定化シナリオや氷床融解等の長期の精緻な温暖化影響予測及び気候変動に伴って変化する自然災害等の影響の評価が可能。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 地球観測：文部科学省を中心として、世界全域を対象とし、既存及び将来の人工衛星や地上観測など多様な観測システムや情報システムが連携した、包括的なシステム(全球地球観測システム(GEOSS))の構築への貢献を行っている。環境省は、2012年度より、関係機関と連携し後継機開発を行っている。
- 気候変動予測：文部科学省では、「気候変動リスク情報創生プログラム」等において、地球規模から河川流域規模までの幅広いスケールにおいて複雑な大気・海洋・陸域の物理過程、生物地球化学過程を考慮した予測モデル等を発展させ、精度の高い高解像度の温暖化予測の実現を図るとともに、予測実験結果の不確実性を定量化し、気候変動によって生じる影響への適応策立案に資する基盤的情報としての予測情報の創出を目指した技術開発を進めている。
- 炭素循環、窒素循環：炭素循環の解明に向けては、観測・モデリング等の研究が行われている。窒素循環については農林水産省の気候変動対策プロジェクト研究等での取り組みがあるが、現状把握は不十分で、モニタリング技術の開発等が必要である。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 地球観測：米国では、高解像度のリモートセンシング衛星を民間企業が開発、商業的に運用。NASAなどが各種のリモートセンシング衛星を打上げ、LANDSAT、EOS等の中低解像度衛星データは外国を含め無償で配布。
- 気候変動予測：英国では、気候変動法により英国全体の気候変動リスク評価(C CRA: Climate Change Risk Assessment)を5年おきに実施し、CCRAIに基づき国家適応計画(NAP: National Adaptation Plan)を策定している。

#### 技術開発の動向

- 地球観測：NGA(National Geospatial-Intelligence Agency)が画像の長期の開発費用等を支援し、米国のリモートセンシング産業の競争力を強化(GeoEye-2など)。NASA主導で、複数の地球環境観測衛星でコンステレーションを組み観測するA-Train(The Afternoon Constellation)計画が進行。

- 気候変動予測：IPCCの第5次評価報告書(平成25年9月末より順次承認予定)作成を目指した予測モデルの国際比較プロジェクトが進められた。
- その他：気候リスクマネージメントの1オプションとして、SRM(Solar Radiation Management)について、気候工学(ジオエンジニアリング)の観点から、世界的にその効果と気候変動以外のリスクの評価研究が始められている。

#### 我が国の国際競争力

- 地球観測：GOSATはCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等を観測でき、日本が優位。
- 気候変動予測：我が国の気候モデルによる温暖化予測は、IPCCの評価報告書に引用され、世界最先端の研究として認知されている。地球シミュレータは、気候変動研究をリードしてきた。高解像度(地域・都市レベル)の予測の実現においては、日本が優位。

# これからの環境エネルギー政策を考えるためのキーワード

**3E+S**: バランス感覚の回復、リアイティの回復、...

**リスクの選択**: 絶対安全からの脱却、コミュニケーション...

**信頼の回復**: 原子力安全規制、電力会社、政府、専門家、...

**需要側資源の活用**: ITとの統合、スマートコミュニティ形成、...

**国際的視点の確保**: 一国主義からの脱却、国際連携・展開、...

**地球温暖化問題**: グローバルな取組み、行動目標、...

**組織・人材**: 原子力委再編、規制と推進、グローバル人材、...

# ご清聴ありがとうございました

